

PCT/JP2004/013318  
Rec'd PCT/PTO 01 JUL 2005  
12.10.2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年 9月 17日

出願番号 Application Number: 特願 2003-324893

[ST. 10/C]: [JP 2003-324893]

出願人 Applicant(s): 宇部興産機械株式会社

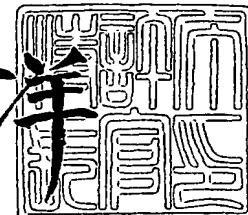
REC'D 02 DEC 2004  
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年11月18日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

八 月 洋



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2004-3104605

【書類名】 特許願  
【整理番号】 03P124  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 B29C 45/77  
【発明者】  
【住所又は居所】 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地 宇部興産機械株式会社 宇部機械製作所内  
【氏名】 岡崎 芳紀  
【特許出願人】  
【識別番号】 300041192  
【氏名又は名称】 宇部興産機械株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100092820  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 伊丹 勝  
【電話番号】 03-5216-2501  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 026893  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 特許請求の範囲 1  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 0007466

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項1】

射出成形機のスクリューを前進させるモータの角速度 $\omega$ をエンコーダにより検出し、この検出されたモータの角速度 $\omega$ から下記数1により求められた樹脂圧力推定値 $\delta^*$ と前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ とが、下記数2の関係となるように前記モータのトルクを制御することを特徴とする電動式射出成形機の圧力制御方法。

## 【数1】

$$\begin{aligned}\omega^* &= \omega_{-1}^* + \{(\omega_{-1}^* - \omega) d_1 + (\delta_{-1}^* + T^{CMD}_{-1} + F(\omega))(1/J)\} \Delta t \\ \delta^* &= \delta_{-1}^* + \{(\omega_{-1}^* - \omega) d_2\} \Delta t\end{aligned}$$

## 【数2】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*)$$

但し、 $J$  : 射出機構全体の慣性モーメント

$F(\omega)$  : 射出機構の動摩擦及び静止摩擦

$\delta^{REF}$  : 樹脂圧力設定値

$d_1, d_2, k_p$  : 所定の定数

## 【請求項2】

射出成形機のスクリューを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力から前記モータの角速度 $\omega$ を求め、前記角速度 $\omega$ から下記数3により樹脂圧力推定値 $\delta^*$ を求め、この樹脂圧力推定値 $\delta^*$ から下記数4に基づいて前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックすることを特徴とする電動式射出成形機の圧力制御方法。

## 【数3】

$$\begin{aligned}\omega^* &= \omega_{-1}^* + \{(\omega_{-1}^* - \omega) d_1 + (\delta_{-1}^* + T^{CMD}_{-1} + F(\omega))(1/J)\} \Delta t \\ \delta^* &= \delta_{-1}^* + \{(\omega_{-1}^* - \omega) d_2\} \Delta t\end{aligned}$$

## 【数4】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*)$$

但し、 $J$  : 射出機構全体の慣性モーメント

$F(\omega)$  : 射出機構の動摩擦及び静止摩擦

$\delta^{REF}$  : 樹脂圧力設定値

$d_1, d_2, k_p$  : 所定の定数

## 【請求項3】

前記数4に代えて、下記数5に基づいて前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックすることを特徴とする請求項2記載の電動式射出成形機の圧力制御方法。

## 【数5】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*) + k_i \int (\delta^{REF} - \delta^*) dt$$

但し、 $k_i$  : 所定の定数

## 【請求項4】

射出成形機のスクウェーを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力から前記モータの角速度  $\omega$  を求め、前記角速度  $\omega$  から下記数6により樹脂圧力推定値  $\delta^*$  を求めるオプザーバ演算器と、

このオプザーバ演算器で求められた樹脂圧力推定値  $\delta^*$  から下記数7に基づいて前記モータのトルク指令値  $T^{CMD}$  を算出し、前記モータにフィードバックするトルク演算器とを備えたことを特徴とする電動式射出成形機の圧力制御装置。

【数6】

$$\begin{aligned}\omega^* &= \omega_{-1} + \{(\omega_{-1} - \omega) d_1 + (\delta_{-1} + T^{CMD}_{-1} + F(\omega))(1/J)\} \Delta t \\ \delta^* &= \delta_{-1} + \{(\omega_{-1} - \omega) d_2\} \Delta t\end{aligned}$$

【数7】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*)$$

但し、  $J$  : 射出機構全体の慣性モーメント

$F(\omega)$  : 射出機構の動摩擦及び静止摩擦

$\delta^{REF}$  : 樹脂圧力設定値

$d_1, d_2, k_p$  : 所定の定数

【書類名】明細書

【発明の名称】電動式射出成形機の圧力制御方法および装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、電動式射出成形機の圧力制御方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より使用されている一般的な電動成形機は、制御対象（型開閉、押出、ノズルタッヂ等）に圧力検出器を用いて圧力を検出し、圧力検出器からの信号をもとに閉ループ系の制御回路を構成して推力を制御している。

具体的には、例えば射出圧力を制御する場合には、スクリューの根元の部分等にロードセルを配してこのロードセルによりスクリューを押す力（前進力）を圧力の形態で検出し、この検出した圧力に基づいてロードセルで検出される圧力が所望の圧力になるようにフィードバック制御を行うことにより、スクリューの推力を制御するようにしている。

【0003】

しかし、ロードセル等の一般的な圧力検出器から出力される測定信号は、微弱なアナログ信号である。電動式の射出成形機は、ノイズ発生源となる電動機器を大量に使用しており、ロードセルから出力される微弱なアナログ信号に電動機器類から発生したノイズが乗って、推力をうまく制御することができないという現象が生じる場合があった。そのため、ロードセルラインからのアナログ信号ラインには、多段のノイズフィルタ等といった装置を設置して、ノイズによる制御不良を防止しているが、完全に無くすことは極めて困難である。

【0004】

また、ロードセルを調整する際には、アンプのゼロ点調整やスパン調整等といった人手による作業が必要である。そのため、調整する人によって、調整状態が微妙に異なり、その結果、制御状態が個々に異なるといった不具合がある。

【0005】

一方、電動モータのトルクから、圧力を算出して、射出圧力を制御する方法も試みられているが、電動モータのトルクから、発生圧力を精度良く算出することは困難であるため、制御した射出圧力は再現性に乏しく、応答性が悪いと言う欠点を有しており、一般的には使用されていない。

【0006】

そこで、これらの欠点を補うため、ロードセルとトルク算出方法とを併用した制御方法も提案されている（特許文献1）。この特許文献1に開示された制御方法は、樹脂圧力を電動モータのトルクとエンコーダ位置データとから算出すると共に、ロードセルにより圧力を検出し、両方のデータを用いて精度の高い樹脂圧力制御を行うものである。

【0007】

【特許文献1】特開平10-44206号公報、段落0010～0012、図1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、上述した特許文献1に開示された樹脂圧力制御方法では、圧力検出のためにロードセルを使用するため、結局、上述したノイズの問題や調整の問題を回避することができない。また、特許文献1に開示された方法では、バネ定数K<sub>s</sub>を算出するに当たり、溶融樹脂の弾性変形を考慮する必要があるため、成形する樹脂によってバネ定数K<sub>s</sub>を変更する必要がある。

【0009】

本発明は、このような問題点に鑑みなされたもので、ロードセル等の圧力検出器を用いることなく、精度の高い推力制御を行うことができる電動式射出成形機の圧力制御方法及び装置を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明に係る電動射出成形機の圧力制御方法は、射出成形機のスクリューを前進させるモータの角速度 $\omega$ をエンコーダにより検出し、この検出されたモータの角速度 $\omega$ から下記数8により求められた樹脂圧力推定値 $\delta^*$ と前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ とが、下記数9の関係となるように前記モータのトルクを制御することを特徴とする。

なお、ここで、樹脂圧力推定値 $\delta^*$ 及び樹脂圧力設定値 $\delta^{REF}$ における「樹脂圧力」とは、射出成形機のスクリューが樹脂を押す力であり、従来のロードセルが検出しているスクリューを押す力とは異なる。すなわち、スクリューの推力制御のうちの制御対象が従来と本願発明とは異なっている。

## 【0011】

## 【数8】

$$\begin{aligned}\omega^* &= \omega_{-1} + \{(\omega_{-1} - \omega) d_1 + (\delta_{-1}^* + T^{CMD}_{-1} + F(\omega)) (1/J)\} \Delta t \\ \delta^* &= \delta_{-1}^* + \{(\omega_{-1} - \omega) d_2\} \Delta t\end{aligned}$$

## 【0012】

## 【数9】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*)$$

但し、 $J$  : 射出機構全体の慣性モーメント

$F(\omega)$  : 射出機構の動摩擦及び静止摩擦

$\delta^{REF}$  : 樹脂圧力設定値

$d_1, d_2, k_p$  : 所定の定数

## 【0013】

また、本発明に係る他の電動射出成形機の圧力制御方法は、射出成形機のスクリューを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力から前記モータの角速度 $\omega$ を求め、前記角速度 $\omega$ から上記数8により樹脂圧力推定値 $\delta^*$ を求め、この樹脂圧力推定値 $\delta^*$ から上記数9に基づいて前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックすることを特徴とする。

## 【0014】

また、本発明に係る電動射出成形機の圧力制御装置は、射出成形機のスクリューを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力から前記モータの角速度 $\omega$ を求め、前記角速度 $\omega$ から上記数8により樹脂圧力推定値 $\delta^*$ を求めるオブザーバ演算器と、このオブザーバ演算器で求められた樹脂圧力推定値 $\delta^*$ から上記数9に基づいて前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックするトルク演算器とを備えたことを特徴とする。

## 【0015】

なお、これらにおいて、前記数8に代えて、下記数10に基づいて前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックするようにすると更に望ましい。

## 【0016】

## 【数10】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*) + k_i \int (\delta^{REF} - \delta^*) dt$$

但し、 $k_i$  : 所定の定数

## 【発明の効果】

## 【0017】

本発明によれば、射出成形機のスクリューを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力からモータの角速度 $\omega$ を求め、この求められた角速度 $\omega$ からオブザーバ理論によって樹脂圧力推定値 $\delta^*$ を求めると共に、この樹脂圧力推定値 $\delta^*$ から前記モータのトルク指令値 $T^{CMD}$ を算出し、前記モータにフィードバックするようにしているので、ロードセル等の圧力検出器を一切使用せずに、樹脂圧力を精度良く制御することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る電動式射出成形機の圧力制御装置の構成を示すプロック図である。

制御対象であるモータ1は、図示しない射出シリンダ内でスクリューを前後移動させるための射出用モータである。モータ1には、その位置情報（回転角） $\theta$ を検出し出力するエンコーダ2が備えられている。エンコーダ2からの位置情報 $\theta$ は、オブザーバ演算器3に入力されている。オブザーバ演算器3は、エンコーダ2の出力 $\theta$ からスクリューの推力（樹脂圧力） $\delta$ を推定する。トルク演算器4は、樹脂圧力設定器5で設定された樹脂圧力設定値 $\delta^{REF}$ と、オブザーバ演算器3で求められた推力推定値 $\delta^*$ とに基づき、トルク指令値 $T^{CMD}$ を求め、制御対象であるモータ1にフィードバックする。

【0019】

次に、この制御装置の動作について説明する。

一般に、射出機構の運動方式として、下記数11に示す式が知られている。

【0020】

【数11】

$$J \ddot{\omega} = T^{CMD} + \delta + F(\omega)$$

但し、 $J$ ：射出機構全体の慣性モーメント

$\ddot{\omega}$ ：モータの角加速度

$\dot{\omega}$ ：モータの角速度

$T^{CMD}$ ：トルク指令値

$\delta$ ：樹脂圧力

$F(\omega)$ ：射出機構全体の動摩擦及び静止摩擦

【0021】

上記数11を変形すると、

【0022】

【数12】

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} \omega \\ \delta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1/J \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega \\ \delta \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1/J \\ 0 \end{pmatrix} T^{CMD} + \begin{pmatrix} 1/J \\ 0 \end{pmatrix} F(\omega)$$

【0023】

ここで、オブザーバ（状態観測値）を下記数13のように定義する。

【0024】

## 【数13】

$$\frac{d}{dt} \begin{pmatrix} \omega^\wedge \\ \delta^\wedge \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} d_1 & 1/J \\ d_2 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega^\wedge \\ \delta^\wedge \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1/J \\ 0 \end{pmatrix} T^{CMD} + \begin{pmatrix} 1/J \\ 0 \end{pmatrix} F(\omega) - \begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \end{pmatrix} \omega$$

但し、 $\omega^\wedge$ ：モータ1の角速度の推定値

$\delta^\wedge$ ：樹脂圧（推力）の推定値

## 【0025】

上記数13より、下記数14が求められる。

## 【0026】

## 【数14】

$$d\omega^\wedge/dt = d_1\omega^\wedge + (1/J)\delta^\wedge + (1/J)T^{CMD} - d_1\omega + (1/J)F(\omega)$$

$$d\delta^\wedge/dt = d_2\omega^\wedge - d_2\omega$$

## 【0027】

ここで、サンプル（又は処理）周期を $\Delta t$ 、前サンプル（又は前処理）時のデータ $x$ を $x_{-1}$ とすると、

## 【0028】

## 【数15】

$$d\omega^\wedge/dt = (\omega^\wedge - \omega_{-1}^\wedge) / \Delta t$$

$$d\delta^\wedge/dt = (\delta^\wedge - \delta_{-1}^\wedge) / \Delta t$$

と表わされるので、

## 【0029】

## 【数16】

$$\omega^\wedge = \omega_{-1}^\wedge + (d\omega^\wedge/dt) \Delta t$$

$$\delta^\wedge = \delta_{-1}^\wedge + (d\delta^\wedge/dt) \Delta t$$

## 【0030】

数16を数14に代入することにより、下記数17が求められる。

## 【0031】

## 【数17】

$$\omega^\wedge = \omega_{-1}^\wedge + \{(\omega_{-1}^\wedge - \omega) d_1 + (\delta_{-1}^\wedge + T^{CMD}_{-1} + F(\omega)) (1/J)\} \Delta t$$

$$\delta^\wedge = \delta_{-1}^\wedge + \{(\omega_{-1}^\wedge - \omega) d_2\} \Delta t$$

## 【0032】

## 【数18】

$$\begin{pmatrix} \omega - \omega^\wedge \\ \delta - \delta^\wedge \end{pmatrix} = x$$

$$\begin{pmatrix} d_1 & 1/J \\ d_2 & 0 \end{pmatrix} = A$$

## 【0033】

と置くと、

【0034】

【数19】

$$dx/dt = A' x$$

$$x = e^{At}$$

【0035】

Aの固有値の実数部が負であれば、 $t \rightarrow \infty$ のとき、 $x \rightarrow 0$ 、すなわち、

【0036】

【数20】

$$\omega = \omega'$$

$$\delta = \delta'$$

【0037】

となり、 $\omega$ 、 $\delta$ の実測値と推測値とが一致する。よって、Aの固有値の実数部が負となるように、 $d_1$ 、 $d_2$ を決定すれば良い。

【0038】

図2は、オブザーバ演算器3の詳細を示すブロック図である。

エンコーダ2から出力される位置情報 $\theta$ は、微分器31において微分されて角速度 $\omega$ となり、加算器32、33において1つの前の処理で得られている角速度の推定値 $\hat{\omega}_{-1}$ からそれぞれ減算され、 $(\hat{\omega}_{-1} - \omega)$ が求められる。この値は、調節器34、35をそれぞれ通して係数 $d_1$ 、 $d_2$ に応じた振幅に調節される。

【0039】

一方、1つ前に求められたトルク指令値 $T^{CMD}_{-1}$ と樹脂圧力推定値 $\hat{\delta}_{-1}$ とが加算器36によって加算され、更に、この加算値に、射出機構の動摩擦及び静止摩擦 $F(\omega)$ が加算器37によって加算される。この加算値は、調節器38によって係数 $1/J$ に応じた振幅に調整される。そして、この調整された値が、加算器39において調節器34の出力と加算される。これにより、上記数17の上の式の右辺第2項の $\parallel$ の中が求められる。同様に、調節器35の出力からは、上記数17の下の式の右辺第2項の $\parallel$ の中が求められる。

これらの値は、積分器39、40でそれぞれ積分されることにより、数17に基づく推定値 $\hat{\omega}$ 、 $\hat{\delta}$ が求められるようになっている。

【0040】

そして、このようにして求められた樹脂圧力の推定値 $\hat{\delta}$ は加算器6において目標とする圧力指令値 $\delta$ から減算され、その減算結果がトルク演算器4に入力されている。トルク演算器4は、最もシンプルには、下記数21に基づいて、トルク指令値 $T^{CMD}$ を演算し、モータ1にフィードバックする。

【0041】

【数21】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta)$$

但し、 $\delta^{REF}$ ：樹脂圧力設定値

$k_p$ ：所定の定数

【0042】

また、更に好ましくは、フィードバック系の安定性を向上させるため、下記22式に基づいてトルク指令値 $T^{CMD}$ を演算し、モータ1にフィードバックするようにしても良い。

【0043】

## 【数22】

$$T^{CMD} = k_p (\delta^{REF} - \delta^*) + k_i \int (\delta^{REF} - \delta^*) dt$$

但し、 $k_i$ ：所定の定数

## 【0044】

以上のように、本願発明では、数11の運動方程式をオプザーバ理論を用いて解くことにより、樹脂圧力 $\delta^*$ を算出している。このため、ロードセル等の圧力検出手段が不要であり、また、ここで用いられている慣性モーメント $J$ 並びに動摩擦及び静止摩擦 $F(\omega)$ は、射出機構独自のパラメータであるから、成形する樹脂によらない制御が可能である。

## 【0045】

上記動摩擦係数 $F(\omega)$ は、モータのトルクとスクリューの前進速度との関係により求めることができる。即ち、無負荷（樹脂無し）の状態でスクリューを前進させ、その時のトルク指令と射出速度の実測値（エンコーダの出力から算出）から動摩擦抵抗 $F(\omega)$ を算出する。電動射出成形機のモータとブーリを繋いでいるベルトの張り具合等により動摩擦抵抗が変わる可能性がある。従って、定期的に再計算して更新することが望ましい。

## 【0046】

図3は、本実施形態による制御装置を用いて実際に射出成形を行ったときのトルク指令値 $T^{CMD}$ と樹脂圧力推定値 $\delta^*$ を示すグラフである。前半は、金型に樹脂を充填し始めてから、ほぼ充填完了するまでの射出工程で、スクリューは速度制御されている。後半が、金型内に樹脂がほぼ充填された後の保圧工程で、スクリューは、推力制御される。図示の例では、速度制御期間では、樹脂圧力推定値が600N·mまで上昇し、保圧工程で樹脂圧力推定値を100N·mに保持している。

このように、本願発明によれば、高精度な圧力制御が可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0047】

【図1】本発明の一実施形態に係る電動式射出成形機の制御回路のブロック図である。

。

【図2】同制御回路の詳細ブロック図である。

【図3】同制御回路のトルク指令値及び推力推定値の時間的変化を示すグラフである

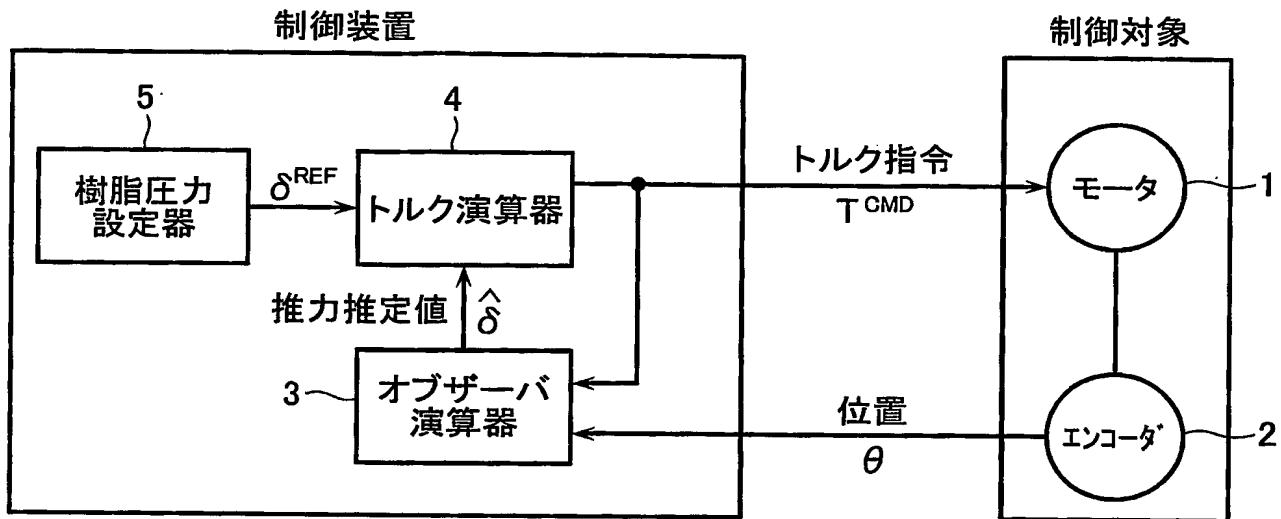
。

## 【符号の説明】

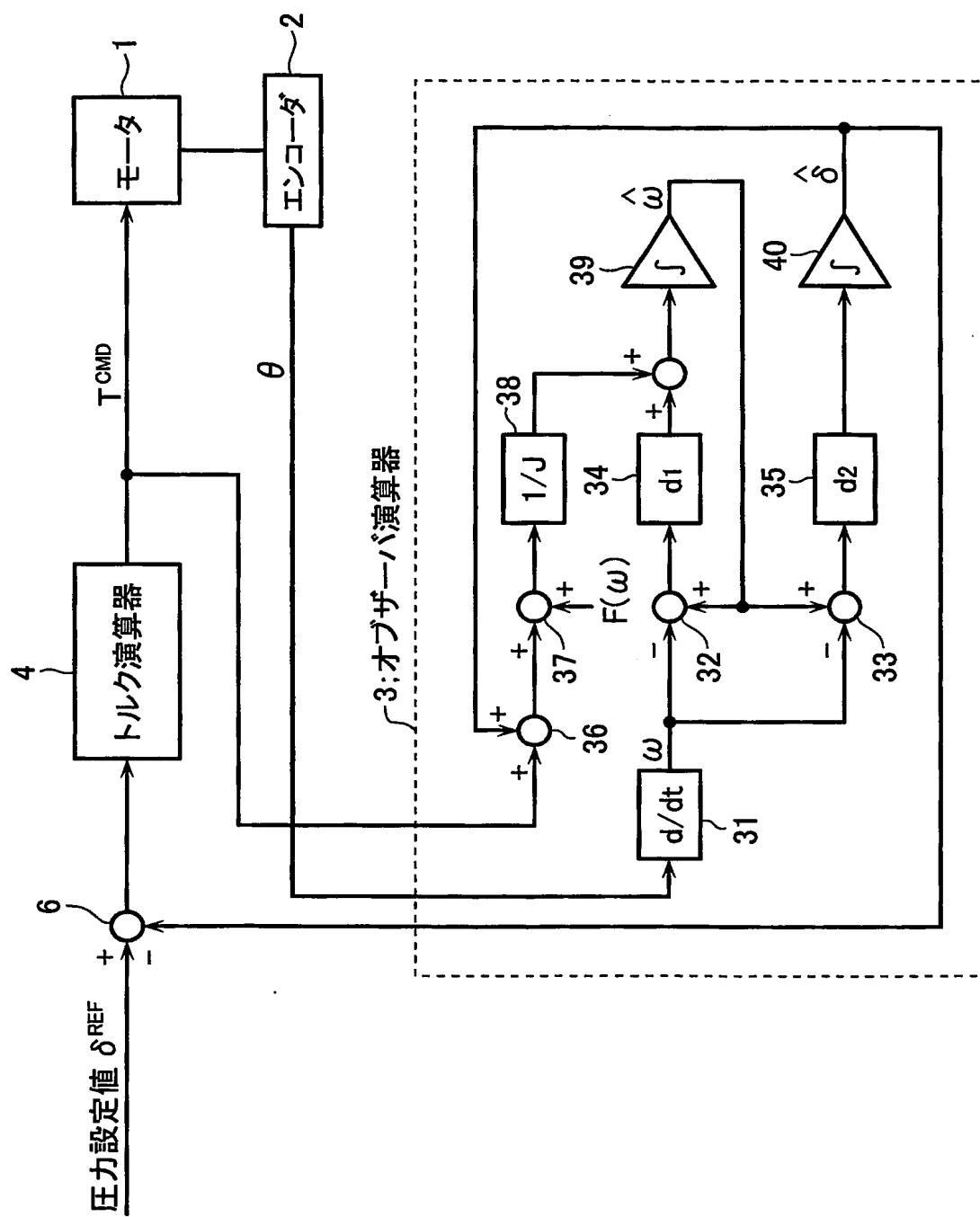
## 【0048】

1…モータ、2…エンコーダ、3…オプザーバ演算器、4…トルク演算器、5…樹脂圧力設定器。

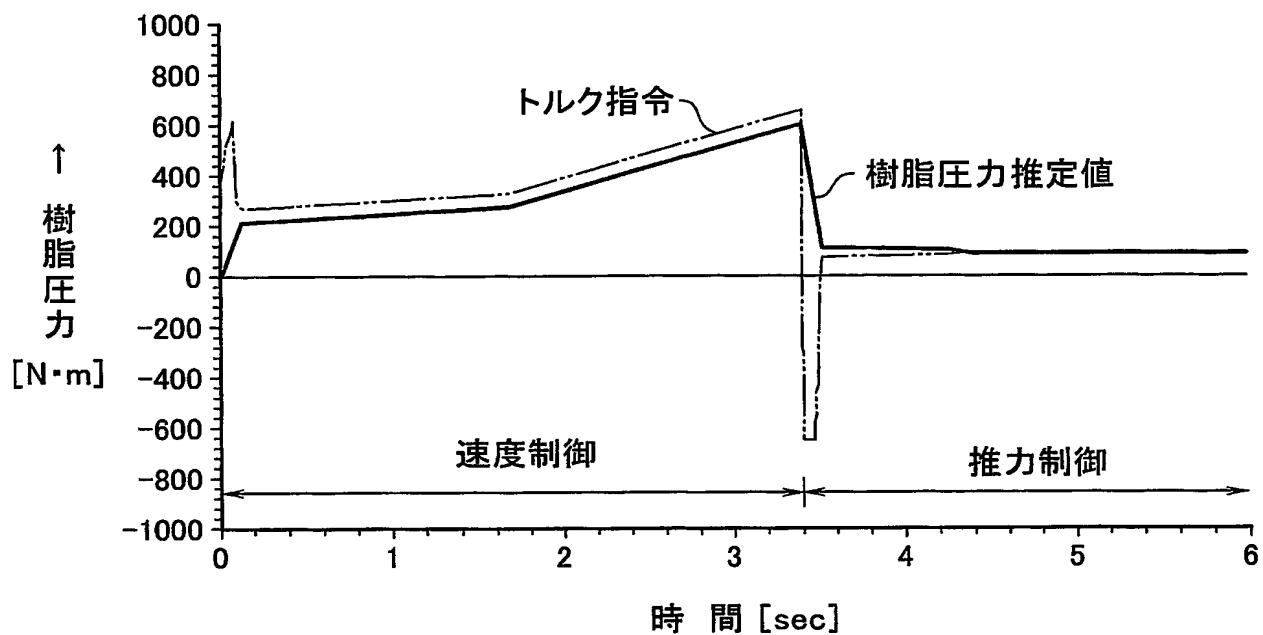
【書類名】図面  
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 ロードセル等の圧力検出器を用いることなく、精度の高い推力制御を行う。

【解決手段】 射出成形機のスクリューを前進させるモータの回転角度を検出するエンコーダの出力から前記モータの角速度 $\omega$ を求める。求めた角速度 $\omega$ から所定のオブザーバ理論を用いて樹脂圧力推定値 $\hat{p}$ を求める、この樹脂圧力推定値 $\hat{p}$ からモータのトルク指令値 $T_{CMD}$ を算出し、モータにフィードバックする。

【選択図】 図1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願2003-324893
受付番号	50301537195
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0095
作成日	平成15年 9月18日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

【提出日】	平成15年 9月17日
-------	-------------

特願 2003-324893

出願人履歴情報

識別番号 [300041192]

1. 変更年月日 2000年 5月19日

[変更理由] 新規登録

住所 山口県宇部市大字小串字沖の山1980番地  
氏名 宇部興産機械株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**